Canada

Research & Development Highlights

95-202 Technical Series

The Effects of Glass Doors on Masonry Fireplace Spillage and Surface Temperatures

Introduction

Current trends in housing technology favour a "tighter" house to minimize energy losses. Without adequate ventilation, this can lead to increased depressurization the building envelope, which in turn can cause spillage of combustion appliances.

A previous CMHC study was conducted to determine the effect of fireplace doors on manufactured fireplaces; see the report *Fireplace Air Requirements* (1989). This subsequent project was initiated to examine the impact of glass doors on masonry fireplace safety in terms of both spillage and elevated firebox temperatures.

Research Program

Both spillage and fire safety tests were performed on a single masonry fireplace built inside a laboratory. A chamber surrounding the fireplace was designed to maintain depressurization at 10 Pa during spillage testing as well as contain/exhaust spillage emitted. A dilution tunnel was fitted above the chimney to capture effluent.

Fuel loads for all tests were constructed of cribs of dimensional Douglas fir. "Initial" loads were constructed of main logs and kindling while "reloads" were made up of 2 main logs only. Spillage testing used only a single initial fuel load. This represented a worst case as the masonry temperatures would not be very high. Conversely, the fire safety testing worst case would be after a long, hot fire. The testing for fire safety required four hours of sustained fire at a moderately high burn rate.

The laboratory instrumentation included CO and CO_2 concentrations in the flue, dilution tunnel and ambient air; spillage by infrared and CO concentration of the spillage chamber; and the pressure difference across the spillage chamber. Thermocouples were placed at various locations on the masonry for temperature monitoring. Some thermocouples were located between the masonry and wood members which represented the framing attached to the fireplace. These were called "buried member" temperatures.

Six calibration tests were performed to establish protocols and calibrate instruments for spillage and fire safety tests.

Spillage testing was generally conducted at a chamber depressurization of 10 Pa. Smoke spillage would occur only as the fire died down, not when it was in full burn. The size of the combustion air intake to the fireplace was varied as was the air leakiness of the fireplace doors. The door leakage range was from open doors to sealed doors, with two intermediate openings of 3 mm and 9 mm around the door perimeter.

The time, relative spillage level, and duration

CMHC SCHL
Helping to house Canadians

NHA 6330

The time, relative spillage level, and duration of spillage event were noted for all tests. A zero or ambient reading for spillage exhaust CO and CO_2 signalled the end of the test.

The first three fire safety tests looked at the effects of closing glass doors of varying tightness upon a fire which had been burning for four hours. The second series of tests took place with the glass doors closed for the entire test period. A third set of tests changed the leakage location of the doors. Instead of having leakage around and through the glass doors, as in the first two series of fire safety testing, leakage was restricted to the top, bottom, or sides of the door. This would show if door leak location could affect temperatures in the firebox.

Findings

Spillage

Compared to tests with no doors, the use of glass doors significantly reduced the CO spillage by a range of 63 - 99%.

No correlation was seen between the amount of spillage and leakiness of glass doors. The difference in fire duration is likely a key factor. The fires did not behave consistently during the testing and some premature collapse of fuel loads occurred.

Differences in air supply openings had no significant impact on spillage in this small sample. Tests with the 9 mm gap showed that spillage decreased with an increasing air supply. However, tests with a 3 mm gap resulted in high spillage levels for open and closed air supplies and low spillage levels for the intermediate air supply.

Fire Safety

For all fire safety testing, the buried member temperatures were higher on the chimney then at the fire box. Typically, the tighter the door, the higher the firebox temperatures. See Table 1. (Note: contrary to most laboratory testing, the temperatures below are actual temperatures and not the temperature rise above ambient).

Table 1.Fire Safety Testing Results - Buried Member Temperatures

Test Conditions		Temperatures (°C)	
Door Closure	**Door Air Leakiness**	**Average**	**Absolute Maximum**
Open-then-closed	Sealed	51	99
Open-then-closed	3 mm Gap	48	85
Open-then-closed	9 mm Gap	47	82
Closed	3 mm Gap	55	101
Closed	6 mm Gap	53	95
Closed	9 mm Gap	46	89
Closed	Top	63	126
Closed	Sided	56	108
Closed	Bottom	47	84

Door leakiness localized to the top gave the highest buried member temperatures while door leakiness at the side resulted in the highest glass door temperatures. Both buried member and glass door temperatures were lowest with leakiness localized at the bottom of the firebox. This was likely due to air entering the firebox in an upward direction - causing a low burn rate.

The maximum rate of increase in temperature for the glass door was 20°C/min in the open-then-closed door test. As expected, glass door temperatures for closed door testing were much higher than for open-then-closed testing.

While fuel reloads were discontinued at the 4 hour mark, temperature monitoring was not completed until the firebox temperature reached ambient levels, in this case around the 10 hour mark. Figure 1 shows that higher temperatures were actually achieved roughly 2.5 hours after the last reload.

Impact on the Housing Industry

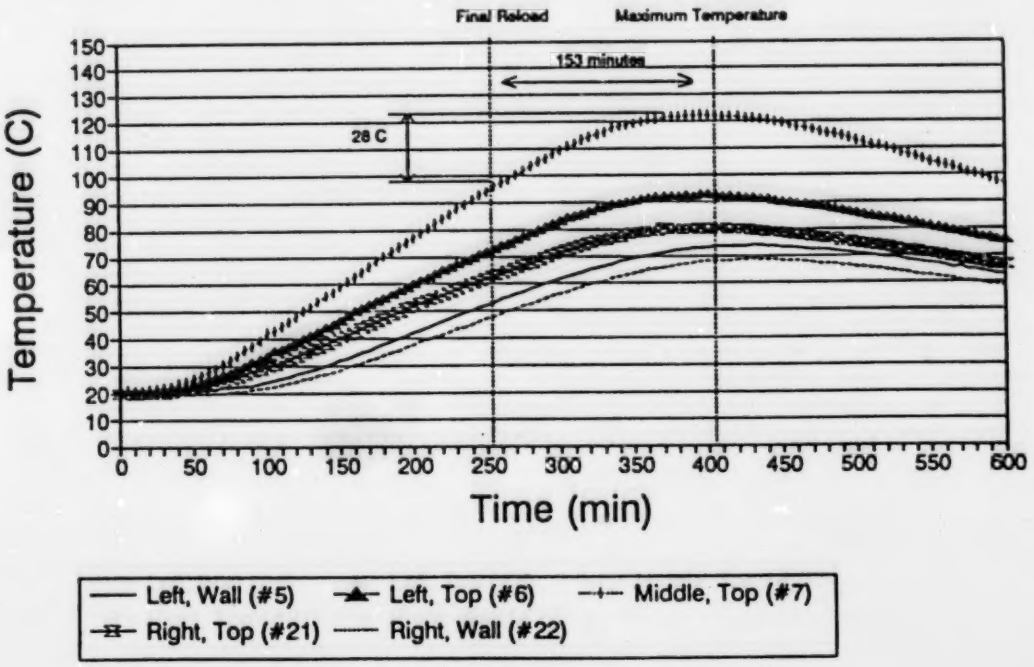
Fresh air intakes have not prevented spillage in lab testing and should not be depended on to do so in housing renovations or new construction.

Fireplace doors are useful in minimizing spillage but are not fail safe.

Retrofitting of fireplaces with glass doors will moderately raise firebox temperatures.

Consideration should be given to the quality of glass doors used for retrofitting fireplaces due to the sharp rate of temperature increase on glass doors when doors are closed upon an operating fire.

Figure 1. Buried Member Temperatures for Closed-Door Top Leakiness Test



Project Manager: *Don Fugler*
(613) 748-2658
Research Report: *The Effects of Glass Doors on Masonry Fireplace Spillage and Surface Temperatures (1995)*
Research Consultant: *Department of Mechanical Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University.*

A full report on this research project is available from the Canadian Housing Information Centre at the address below.

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the National Housing Act, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

This factsheet is one of a series intended to inform you of the nature and scope of CMHC's technical research program.

The Research and Development Highlights factsheet is one of a wide variety of housing-related publications produced by CMHC.

For a complete list of Research and Development Highlights, or for more information on CMHC housing research and information, please contact:

The Canadian Housing Information Centre
Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
Ottawa, Ontario
K1A 0P7

Telephone: (613) 748-2367
FAX: (613) 748-2098

Cette publication est aussi disponible en français.

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expenses, or loss that may result from use of this information.

Le point en recherche et développement

95-202 Série technique

Effets de portes vitrées sur les émanations et les températures de surface d'un foyer en maçonnerie

Introduction

La tendance actuelle en technologie de la construction est de favoriser les maisons «étanches» dans le but de réduire au minimum les pertes d'énergie. Or, lorsqu'une maison ne bénéficie pas d'une ventilation appropriée, cette tendance a pour inconvénient d'accroître la dépressurisation de l'enveloppe et, du même coup, les risques d'émanations de gaz provenant des appareils de combustion.

La SCHL avait déjà étudié, en 1989, l'effet des portes des foyers préfabriqués (consulter à cet effet le rapport intitulé Fireplace Air Requirements). Cette fois-ci, l'étude visait à examiner les effets de portes vitrées sur la sécurité des foyers en maçonnerie tant dans l'optique de la production d'émanations que de l'élévation de la température dans la chambre de combustion.

Programme de recherche

Les essais d'émanations et de sécurité incendie ont été effectués sur un seul foyer en maçonnerie construit dans un laboratoire. Le caisson entourant le foyer a été conçu pour maintenir la dépressurisation à 10 Pa durant les essais d'émanations et pour contenir et évacuer les émanations produites. Un tunnel de dilution a été aménagé au-dessus de la cheminée pour en recueillir les fumées.

Pour tous les essais, les charges de combustible se composaient de bois de construction sec (sapin de Douglas). Les charges «initiales» étaient constituées de «bûches» principales et de petit bois, tandis que les «nouvelles charges» comportaient deux bûches principales seulement. Les essais d'émanations n'ont nécessité qu'une charge initiale de combustible. Les conditions étaient extrêmes, puisque la température de la maçonnerie n'était pas très élevée. À l'opposé, les conditions extrêmes pour les essais de sécurité incendie consistaient à procéder après un long feu très chaud. Ces derniers essais ont nécessité un feu soutenu de quatre heures brûlant selon un taux de combustion modérément élevé.

Des instruments de laboratoire ont mesuré les concentrations de CO et de CO_2 dans le conduit de fumée, dans le tunnel de dilution et dans l'air ambiant, les émanations (déterminées au moyen d'un analyseur infrarouge) et les concentrations de CO dans le caisson d'émanations ainsi que la différence de pression dans le caisson d'émanations. Des thermocouples ont été placés à divers endroits sur la maçonnerie pour mesurer la température. Certains thermocouples ont été insérés entre la maçonnerie et des pièces de bois représentant les membrures fixées au foyer, appelées «éléments cachés», dont on a mesuré la température.

SCHL CMHC
Question habitation, comptez sur nous

LNH 6331

Six essais d'étalonnage ont été effectués pour établir des protocoles et étalonner les instruments en vue des essais d'émanations et de sécurité incendie.

Les essais d'émanations ont généralement été réalisés à une dépressurisation de 10 Pa. Les émanations de fumée ne se produisaient que lorsque le feu s'éteignait, non lorsqu'il brûlait à pleine intensité. L'ouverture des orifices de prise d'air extérieur du foyer a été variée tout comme l'étanchéité à l'air des portes du foyer. Les essais ont été menés tant à portes ouvertes qu'à portes fermées ainsi qu'à deux niveaux intermédiaires : espace de 3 mm et espace de 9 mm autour des portes.

Le moment, le niveau relatif d'émanation et la durée des émanations ont été notés pour tous les essais. L'essai d'émanations prenait fin lorsque les instruments indiquaient zéro pour les concentrations de CO et de CO_2 ou une valeur correspondant au niveau ambiant.

Les trois premiers essais de sécurité incendie ont servi à examiner ce qui se produisait lorsque les portes étaient fermées, selon divers degrés d'étanchéité, après que le feu eut brûlé pendant quatre heures. La seconde série d'essais a été menée à portes fermées pendant toute la durée de l'essai. Une troisième série d'essais a été réalisée selon des configurations de fuite différentes. Au lieu de se produire autour des portes vitrées et à travers celles-ci, comme pour les deux premières séries d'essais de sécurité incendie, les fuites ont été limitées au haut, au bas et aux côtés des portes. Les chercheurs ont ainsi pu déterminer si l'emplacement des fuites pouvait modifier la température à l'intérieur de la chambre de combustion.

Résultats

Émanations

Comparativement aux essais menés sans portes, l'utilisation des portes vitrées a réduit de façon significative les émanations de CO, soit de l'ordre de 63 à 99 %.

Aucune corrélation n'a pu être établie entre la quantité d'émanations et les fuites des portes vitrées. La durée du feu constitue probablement un facteur clé dans ce cas. Les feux n'étaient pas très stables durant les essais et certaines charges de combustible se sont effondrées prématurément.

Les variations de l'ouverture des orifices de prise d'air n'ont pas eu d'effet significatif sur les émanations au sein de ce petit échantillon. Les essais menés avec un espace de 9 mm ont révélé que les émanations diminuaient à mesure qu'augmentait l'apport d'air. Cependant, les essais avec espace de 3 mm ont entraîné de fortes émanations tant lorsque les orifices de prise d'air étaient ouverts que lorsqu'ils étaient fermés, alors qu'elles ont été faibles lorsque les orifices de prise d'air étaient ouverts en position intermédiaire.

Sécurité incendie

Durant tous les essais de sécurité incendie, la température des éléments cachés était plus élevée à la hauteur de la cheminée qu'au niveau de la chambre de combustion. Normalement, plus les portes sont étanches, plus la température de la chambre de combustion est élevée. Consulter le tableau 1. (Nota : contrairement à la majorité des essais en laboratoire, les températures indiquées ci-dessous représentent la température réelle et non une élévation au-dessus de la température ambiante.)

Tableau 1. Résultats des essais de sécurité incendie - Température des éléments cachés

Conditions d'essai		Température (°C)	
Fermeture des portes	**Étanchéité des portes**	**Moyenne**	**Maximum absolu**
Ouvertes puis fermées	Étanches	51	99
Ouvertes puis fermées	Espace de 3 mm	48	85
Ouvertes puis fermées	Espace de 9 mm	47	82
Fermées	Espace de 3 mm	55	101
Fermées	Espace de 6 mm	53	95
Fermées	Espace de 9 mm	46	89
Fermées	Haut	63	126
Fermées	Côtés	56	108
Fermées	Bas	47	84

Les éléments cachés ont atteint les températures les plus élevées lorsque les fuites survenaient au haut des portes. Par ailleurs, lorsque les fuites étaient limitées aux côtés, c'est la température des portes vitrées qui augmentait le plus. La température des éléments cachés et des portes vitrées était la plus faible lorsque les fuites survenaient au bas de la chambre de combustion, probablement du fait que l'air pénétrait dans la chambre de combustion selon un mouvement ascendant et occasionnait donc un faible taux de combustion.

Le taux maximal d'élévation de la température pour les portes vitrées a été de 20 °C/min lors de l'essai à portes ouvertes puis fermées. Comme prévu, la température des portes vitrées lors des essais à portes fermées a été beaucoup plus élevée que lors des essais à portes ouvertes puis fermées.

Bien que l'on ait arrêté de mettre de nouvelles charges de combustible à la quatrième heure, les contrôles de température n'ont été interrompus que lorsque la température de la chambre de combustion a atteint le niveau ambiant, soit environ vers la dixième heure. La Figure 1 montre que les températures les plus élevées ont en fait été atteintes à peu près 2,5 heures après la dernière charge.

Conséquences pour le secteur du logement

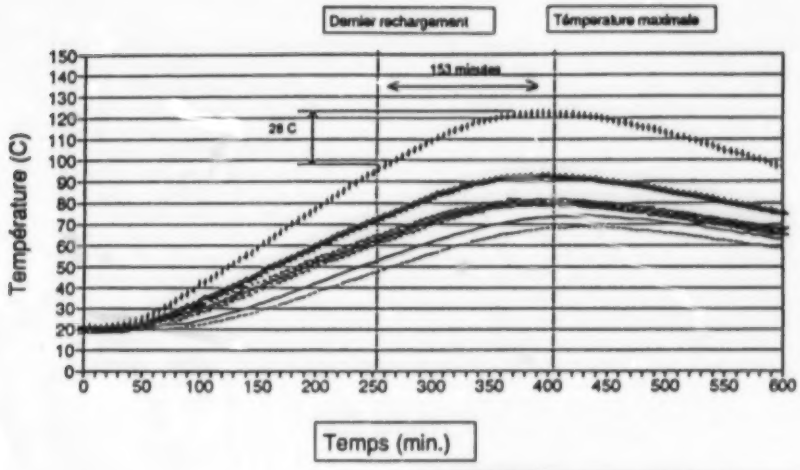
Les orifices de prise d'air extérieur n'ont pas empêché les émanations lors des essais en laboratoire; les rénovateurs ou les constructeurs ne devraient donc pas s'attendre à ce qu'ils le fassent en conditions réelles.

Les portes de foyer sont utiles pour réduire les émanations au minimum, mais elles ne sont pas totalement sûres à cet égard.

L'installation après coup de portes vitrées sur des foyers entraîne une élévation modérée de la température dans la chambre de combustion.

Il faut se soucier de la qualité des portes vitrées installées après coup sur un foyer en raison des élévations de température marquées qu'elles devront subir lorsqu'elles seront refermées sur un feu.

Figure 1. Températures des éléments cachés durant l'essai à portes fermées avec fuites au haut des portes



Directeur de projet : *Don Fugler*
Rapport de recherche : *Étude en service des caractéristiques de maisons*
Consultant de recherche : *Scanada Consultants Limited*

Il est possible de se procurer un rapport complet de cette recherche au Centre canadien de documentation sur l'habitation, à l'adresse ci-dessous.

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la Loi nationale sur l'habitation, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à en publier et à en diffuser les résultats.

Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche technique de la SCHL.

Ce feuillet documentaire de la série ***Le point en recherche et développement*** *n'est qu'une des nombreuses publications portant sur l'habitation produites par la SCHL.*

Pour recevoir la liste complète des feuillets documentaires ou pour obtenir d'autres renseignements sur les recherches et l'information qu'offre la SCHL en matière d'habitation, veuillez communiquer avec le :

Centre canadien de documentation sur l'habitation
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : (613) 748-2367
Télécopieur : (613) 748-2098

This publication is also available in English.

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont dispose la SCHL, lesquels ont été examinés par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.